

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

27.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.2.8 Моделирование систем управления

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

15.03.06 Мехатроника и робототехника

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Технологии автоматизации и роботизации производств

Курс 4
Семестр 7

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	180 / 5	часов/зачетных единиц
Лекции	16	часов
Лабораторные работы	32	часов
Практические занятия	-	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	48	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	132	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	7	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Программу составили:

профессор с ученой степенью доктора наук	ТТМ	СОГЛАСОВАНО	В.К. Иванов
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра транспортно-технологических машин

	(наименование кафедры)	
31.01.2023	протокол № 7	
(дата)		
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.И. Павлов
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.И. Павлов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
		(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Макаров Д.Е., ведущий инженер-конструктор АО «Марийский
машиностроительный завод»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 06.03.2023 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-1 Способность участвовать в автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства	ПК-1.1 Участвует во внедрении средства автоматизации и механизации технологических операций	знания: ПК-1.1 - Участвует во внедрении средства автоматизации и механизации технологических операций ПК-1.2 - Осуществлять контроль за эксплуатацией средств автоматизации и механизации технологических операций умения: ПК-1.1 - Участвует во внедрении средства автоматизации и механизации технологических операций ПК-1.2 - Осуществлять контроль за эксплуатацией средств автоматизации и механизации технологических операций навыки: ПК-1.1 - Участвует во внедрении средства автоматизации и механизации технологических операций ПК-1.2 - Осуществлять контроль за эксплуатацией средств автоматизации и механизации технологических операций
2. ПК-3 Способность производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием	ПК-3.1 Способность производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием	знания: ПК-3.1 - Способность производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием ПК-3.2 - Осуществляет разработку конструкторской и проектной документации механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями ПК-3.3 - Осуществляет разработку управляющей программы мехатронных систем с использованием стандартных языков программирования ПК-3.4 - Готовность выполнять отладку программно-аппаратных комплексов и

их сопряжение с техническими объектами в составе мехатронных и робототехнических систем ПК-3.5 - Осуществлять настройку и конфигурирование программируемых логических контроллеров в соответствии с принципиальными схемами подключения ПК-3.6 - Готовность участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей машин

умения: ПК-3.1 - Способность производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием ПК-3.2 - Осуществляет разработку конструкторской и проектной документации механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями ПК-3.3 - Осуществляет разработку управляющей программы мехатронных систем с использованием стандартных языков программирования ПК-3.4 - Готовность выполнять отладку программно-аппаратных комплексов и их сопряжение с техническими объектами в составе мехатронных и робототехнических систем ПК-3.5 - Осуществлять настройку и конфигурирование программируемых логических контроллеров в соответствии с принципиальными схемами подключения ПК-3.6 - Готовность участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей

		<p>машин</p> <p>навыки: ПК-3.1 - Способность производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием ПК-3.2 - Осуществляет разработку конструкторской и проектной документации механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями ПК-3.3 - Осуществляет разработку управляющей программы мехатронных систем с использованием стандартных языков программирования ПК-3.4 - Готовность выполнять отладку программно-аппаратных комплексов и их сопряжение с техническими объектами в составе мехатронных и робототехнических систем ПК-3.5 - Осуществлять настройку и конфигурирование программируемых логических контроллеров в соответствии с принципиальными схемами подключения ПК-3.6 - Готовность участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей машин</p>
--	--	--

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Основы проектирования (ПК-1), Метрология, сертификация и стандартизация (ПК-1), Основы проектирования автоматизированных и робототехнических систем (ПК-1), Приводы мехатронных и робототехнических систем (ПК-1), Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем (ПК-1), Информационные устройства и системы в робототехнике (ПК-1), Программные средства в инженерных расчетах мехатронных и робототехнических систем (ПК-1), Основы систем автоматизированного

проектирования (ПК-3), Основы проектирования автоматизированных и робототехнических систем (ПК-3), Теория автоматического управления (ПК-3), Электротехника и электроника (ПК-3), Приводы мехатронных и робототехнических систем (ПК-3), Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем (ПК-3), Датчики автоматических систем (ПК-3), Информационные устройства и системы в робототехнике (ПК-3), Программные средства в инженерных расчетах мехатронных и робототехнических систем (ПК-3), Микроконтроллеры в системах управления (ПК-3), Программирование на языке высокого уровня (ПК-3), Основы программирования контроллеров в промышленности (ПК-3), Цифровая обработка сигналов (ПК-3); практик: Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (ПК-1), Технологическая (проектно-технологическая) практика (рассредоточенная) (ПК-1), Учебная практика. Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (ПК-3), Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (ПК-3), Технологическая (проектно-технологическая) практика (рассредоточенная) (ПК-3)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Проектирование роботов и робототехнических систем (ПК-1), Автоматизированное технологическое оборудование отрасли (ПК-1), Аппаратное обеспечение мехатронных систем (ПК-1), Проектирование роботов и робототехнических систем (ПК-3), Автоматизированное технологическое оборудование отрасли (ПК-3), Аппаратное обеспечение мехатронных систем (ПК-3); практиках: Преддипломная практика (ПК-1), Производственная практика. Научно-исследовательская работа (ПК-3), Преддипломная практика (ПК-3); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1), Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (ПК-1), Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-3), Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (ПК-3)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические и лабораторные занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: лекция с элементами мозгового штурма

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Современное состояние теории моделирования	52	ПК-1, ПК-3
Лекция. Основные этапы моделирования.	2	
Лекция. Задачи моделирования систем управления	2	
Лабораторная работа. Изучение MATLAB Simulink	8	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Структура, свойства, типы моделей. Классификация видов моделирования систем.	40	
Математический аппарат теории моделирования	74	ПК-1, ПК-3

Лекция. Основы теории графов.	2	ПК-1, ПК-3
Лекция. Задачи линейного программирования.	2	
Лекция. Задачи нелинейного программирования.	2	
Лекция. Методы оптимизации	2	
Лекция. Теория матриц	2	
Лабораторная работа. Изучение MATLAB Simulink и решение тестовых задач	12	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Задачи моделирования динамических процессов Выбор между явными и неявными методами в процедурах моделирования	52	
Типы математических моделей. Пакеты моделирования.	54	
Лекция. Математические модели физических объектов	2	
Лабораторная работа. Решение задач моделирования систем управления с помощью пакета MATLAB	12	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Изучение пакета моделирования VisSim	40	ПК-1, ПК-3
Иная контактная работа:	0	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины (**модуля**) рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

Занятия лекционного типа дают систематизированные знания по дисциплине (**модулю**), концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. (**при наличии**)

Подготовка к занятиям **семинарского типа** включает ознакомление с планом **лабораторного** занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины (**модуля**).

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины (**модуля**), оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины (**модуля**), к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины (**модуля**) включает выполнение **лабораторных работ**. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине (**модулю**) является **балльно-рейтинговый контроль**.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Гультияев, А. Визуальное моделирование в среде MATLAB [Текст] : Учебный курс / Гультияев, А. Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2000. - 430 с. ISBN 5-272-00279-2. Экземпляры: всего 10.	10
2.	Иванов, Владимир Константинович. Математическое моделирование процессов в машиностроении [Текст] : учеб. пособие / В. К. Иванов. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. - 88 с. ISBN 5-8158-0099-6. Экземпляры: всего 66.	66
3.	Иванов, Владимир Константинович. Моделирование и управление процессами и объектами в машиностроении [Текст] : теория автоматического управления : [учеб. пособие для вузов по направлениям "Технология, оборудование и автоматизация машиностр. пр-в", "Автоматизация и упр." и специальности "Технология машиностроения" и др.] / В. К. Иванов. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. - 133 с. ISBN 5-230-00481-9. Экземпляры: всего 110.	110
4.	Ротт, Аркадий Рейнгольдович. Моделирование автоматизированных производственных систем на ранних стадиях разработки [Текст] : учеб. пособие для студентов специальностей 230300 "Бытовые машины и приборы", 120100 "Технология машиностроения", 260100 "Лесоинженерное дело", 170400 "Машины и оборудование лесного комплекса" / А. Р. Ротт. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. - 89 с. ISBN 5-8158-0362-6. Экземпляры: всего 48.	48
5.	Сиразетдинов, Талгат Касимович. Моделирование, синтез и устойчивость процессов в камере сгорания газотурбинных двигателей и энергетических установок [Текст] / Т. К. Сиразетдинов, В. В. Иванов. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. - 239 с. ISBN 5-8158-0422-3. Экземпляры: всего 54.	54
6.	SolidWorks [Текст] : компьютерное моделирование в инженерной практике : [для инженеров, студентов, аспирантов и преподавателей вузов] / Е. В. Одинцов, Н. Б. Пономарев, А. А. Алямовский. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 799 с. ISBN 5-94157-558-0. Экземпляры: всего 24.	24
7.	Введение в математическое моделирование [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по направлению 511200 "Математика. Прикладная математика"] / [В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер и др.] ; под ред. П. В. Трусова. М.: Логос, 2005. - 439 с. ISBN 5-98704-037-X. Экземпляры: всего 27.	27
8.	Ощепков, Александр Юрьевич. Системы автоматического	25

	управления [Текст] : теория, применение, моделирование в MATLAB : учебное пособие / А. Ю. Ощепков. Изд. 2-е, испр. и доп. Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 208 с. ISBN 978-5-8114-1471-0. Экземпляры: всего 25.	
9.	Глухов, Дмитрий Олегович. Моделирование систем управления [Текст] : практикум : [для студентов направления подготовки бакалавров 27.03.04 "Управление в технических системах"] / Д. О. Глухов, И. В. Петухов; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. - 83 с. ISBN 978-5-8158-1546-9.	21 / https://portal.volgatech.net/books/Gluxov_modelirovanie_sistem_upravlenia_2015.pdf
10.	Проектирование сложных систем управления [Текст] : учебное пособие / [Д. О. Глухов и др.]; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. - 99 с. ISBN 978-5-8158-1607-7. Экземпляры: всего 20.	20 / https://portal.volgatech.net/books/Gluxov_proektirovanie_slozhnix_sistem_upravlenia_2015.pdf
11.	Петров, А. В. Моделирование процессов и систем [Электронный ресурс] / Петров А. В. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 288 с. ISBN 978-5-8114-1886-2.	https://e.lanbook.com/book/212213

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
-----------	---	---------------------------------	-------------------------

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми	хорошо

	навыками и приемами их выполнения	
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

1. Перечислите основные этапы моделирования
2. Назовите основные свойства и типы моделей мехатронных систем
3. Что собой представляет математическая модель?
4. Для чего применяется метод моделирования?
5. Приведите классификацию видов моделирования систем
6. Перечислите этапы моделирования систем и процессов
7. Что представляет собой алгоритмизация модели и ее машинная реализация?
8. Какие используются языки моделирования?
9. В каком виде записывается математическая модель мехатронных систем?
10. Какие системы моделирования используются в промышленности?
11. Какие типы математических моделей применяются для моделирования в мехатронике?
12. Для чего применяется моделирование мехатронных систем?
13. Перечислите основные проблемы моделирования в мехатронике

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Классификация видов моделирования систем.

Возможности и эффективность моделирования систем на ЭВМ.

Последовательность разработки и машинной реализации моделей систем.

Алгоритмизация модели и ее машинная реализация.

Общая характеристика метода статистического моделирования систем.

Моделирование систем и языки программирования. Сравнительный анализ языков моделирования.

Структура САПР технологических процессов и место моделирования в этой системе.

Математическая модель в мехатронике

Моделирование мехатронных систем.

Планирование машинных экспериментов, обработка и анализ результатов моделирования.